

## PENENTUAN DOSIS OPTIMUM KHLORIN UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN BESI PADA AIR SUNGAI GARANG, SUNGAI KREO DAN SUNGAI DI TUGU SOEHARTO

Lukman Eka Prasaja<sup>1</sup>, Rudi Firyanto<sup>2</sup> dan Laeli Kurniasari<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim  
Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang  
Jl. Pawiyatan Luhur, Bendhan Dhuwur, Semarang 50135

\* laelikurniasari@unwahas.ac.id

### Abstrak

Air merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan hidup manusia. Air yang aman dikonsumsi adalah air yang memenuhi standar kualitas sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan No. 907 Tahun 2002 tentang syarat – syarat dan pengawasan kualitas air minum. Fe merupakan unsur yang banyak terkandung dalam air. Oleh karenanya diperlukan pengolahan air agar menjadi layak untuk dikonsumsi, diantaranya dengan menurunkan kandungan Fe menggunakan khlorin yang biasa disebut khlorinasi. Penelitian ini bertujuan menentukan dosis optimum khlorin untuk menurunkan kadar zat besi dalam air permukaan di Sungai Garang, Sungai Kreo dan Sungai di Tugu Soeharto. Selain itu akan dihitung juga efisiensi penurunan kadar besi pada tiap – tiap penambahan khlorin. Pada penelitian ini digunakan natrium hipoklorit 10 %. Penelitian diawali dengan menyiapkan sampel air permukaan di Sungai Garang, Sungai Kreo dan Sungai di Tugu Soeharto. Kemudian menambahkan Natrium Hipoklorit dengan dosis 5 mg/L, 10 mg/L, 15 mg/L, 20 mg/L, 25 mg/L, 30 mg/L, 35 mg/L dan 40 mg/L. Setelah itu dilakukan pengadukan dengan kecepatan 50 rpm selama 30 menit. Kandungan sisa Fe total dan free khlorin diukur dengan menggunakan Spektrofotometer seri Hach DR 2500. Dari hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan bahwa khlorin dapat digunakan untuk menurunkan kandungan Fe dalam air. Semakin besar penambahan dosis khlorin maka kandungan Fe total semakin menurun sehingga efektivitas penghilangan Fe semakin tinggi. Dosis optimum khlorin untuk sampel air Sungai Garang sebesar 25 mg /L, sampel air Sungai Kreo sebesar 35 mg/L, dan sampel air Sungai di Tugu Soehartosebesar 30 mg/L.

**Kata Kunci :** besi, dosis, khlorin

### PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan pokok hidup manusia adalah air, bahkan hampir 70 % tubuh manusia mengandung air (Suriawiria, 2005). Selain itu hewan dan tumbuh-tumbuhan juga kehidupannya sangat dipengaruhi oleh air, sehingga air merupakan kebutuhan yang sangat penting di bumi.

Untuk memenuhi kebutuhan air, manusia dapat mengambil air dari dalam tanah, air permukaan, atau langsung dari air hujan. Dari beberapa sumber air yang ada, untuk memenuhi kebutuhan air dalam jumlah yang banyak bagi masyarakat, air permukaan dapat dimanfaatkan dengan melalui berbagai tahapan pengolahan. Hal ini dikarenakan jumlah ketersediaan air permukaan cukup banyak dan tidak memerlukan sistem pengolahan yang sulit. Air permukaan mengalami kontak dengan berbagai macam material yang dilalui sepanjang aliran

sungai. Sehingga pada umumnya air permukaan mengandung polutan-polutan yang berasal dari limbah domestik dan limbah industri. Polutan yang sering ditemui pada air permukaan adalah besi. Keberadaan zat besi di dalam sistem penyediaan air minum domestik telah menjadi masalah yang serius sejak lama, karena pada umumnya besi berada dalam keadaan bervalensi dua. Adanya kandungan besi (Fe) dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning coklat setelah beberapa saat kontak dengan udara. Disamping menimbulkan gangguan kesehatan, juga menimbulkan bau yang kurang enak dan menyebabkan warna kuning pada dinding bak kamar mandi serta bercak-bercak kuning pada pakaian. Oleh karena itu, menurut Keputusan Menteri Kesehatan No. 907 Tahun 2002, kadar Fe dalam air minum maksimum yang

diperbolehkan adalah 0,3 mg/L (Kusnaedi, 2006).

Untuk menanggulangi masalah tersebut, perlu dipikirkan teknologi yang dapat mereduksi kadar besi (Fe) dalam air permukaan sehingga dapat sesuai dengan standar yang berlaku. Penerapan teknologi pengolahan air disesuaikan dengan kondisi sumber air baku, kondisi sosial, budaya, ekonomi dan SDM setempat.

Ada tiga prinsip proses penghilangan besi yaitu pertukaran ion (*ion exchange*), proses secara biologis dan proses secara oksidasi. Yang umum digunakan pada sistem penyediaan air adalah proses oksidasi secara kimiawi, yaitu menaikkan tingkat oksidasi oleh suatu oksidator dengan tujuan merubah bentuk besi terlarut menjadi bentuk besi tidak terlarut (endapan) (Linsley, R. K, 1995).

Penghilangan besi dalam air lebih baik bila digunakan sistem oksidasi menggunakan khlorin. Hal ini dengan pertimbangan : besi mudah dioksidasi oleh khlorin, waktu kontak yang dibutuhkan sangat singkat, sehingga cocok untuk mengolah air permukaan dalam jumlah banyak dan berkelanjutan. Selain itu khlorin mudah didapat dipasaran dengan harga murah (Effendi dan Hefni, 2003).

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : spektrofotometer seri Hach DR 2500, neraca analitis, mikro pipet 1-10 ml, mikro pipet 0,02-2 ml, labu takar 100 ml, beaker glass 1000 ml, beaker glass 100 ml, beaker glass 50 ml, jar tester, tabung reaksi dan stopwatch.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : air baku (dari Sungai Garang, Sungai Kreo, dan Sungai di Tugu Soeharto), natrium hipoklorit, reagen ferrofer (for Fe total), reagen DPD free khlorin, aquadest.

Penelitian dilakukan di laboratorium PT. Tirta Gajah Mungkur (TGM) Kota Semarang. Air baku diambil pada tanggal 15 Mei 2011.

### Prosedur penelitian

#### Pembuatan natrium hipoklorit 10 %

Menimbang larutan natrium hipoklorit secara analitis sebanyak 10 gram. Kemudian masukkan larutan natrium hipoklorit ke dalam labu takar 100 ml. Tambahkan aquadest sampai volume 100 ml. Selanjutnya, kocok labu takar sampai larutan menjadi homogen.

### Prosedur pengambilan air baku

Mengambil sampel air pada kedalaman 20 cm dari permukaan air dengan menggunakan gayung. Kemudian bilas botol sampel dengan sampel sebanyak 2 – 3 kali. Lalu tampung sampel  $\pm$  1000 ml, kemudian tutup.

### Prosedur analisa Fe total dalam air baku dengan spektrofotometer seri Hach DR 2500

Menekan tombol 'Hach Program', pilih program '265 Iron FerroVer', tekan 'Start'. Isi sebuah sampel cell yang bersih dengan 10 ml sampel. Tambahkan 1 sachet FerroVer<sup>®</sup> Iron Reagent Powder Pillow ke dalam sampel cell (disebut sampel). Kocok supaya larut. Tekan lambang timer. Tekan OK. Waktu reaksi selama 3 menit akan dimulai. Ketika alarm timer berbunyi, letakkan sampel ke dalam ruang cell. Tekan Zero. Layar akan menampilkan 0.00 mg/L Fe. Lalu tekan Read. Hasilnya akan muncul dalam mg/L Fe.

### Penyiapan air sampel

Setelah air baku di ukur kadar Fe total, masukkan air baku dalam 8 beaker glass. Tambahkan masing – masing air baku dengan Natrium Hipoklorit dengan dosis 5 mg/L, 10 mg/L, 15 mg/L, 20 mg/L, 25 mg/L, 30 mg/L, 35 mg/L, 40 mg/L. Tempatkan semua sampel air baku dalam jar tester. Aduk beaker glass yang berisi sampel dengan kecepatan 50 rpm selama 30 menit.

### Prosedur analisa Fe total dalam air sampel dengan spektrofotometer seri Hach DR 2500

Mengambil air sampel secukupnya. Tekan 'Hach Program', pilih program '265 Iron FerroVer', tekan 'Start'. Isi sebuah sampel cell yang bersih dengan 10 ml sampel. Tambahkan 1 sachet FerroVer<sup>®</sup> Iron Reagent Powder Pillow ke dalam sampel cell (disebut sampel). Kocok supaya larut. Tekan lambang timer. Tekan OK. Waktu reaksi selama 3 menit akan dimulai. Ketika alarm timer berbunyi, letakkan sampel ke dalam ruang cell. Tekan Zero. Layar akan menampilkan 0.00 mg/L Fe. Lalu tekan Read. Hasilnya akan muncul dalam mg/L Fe.

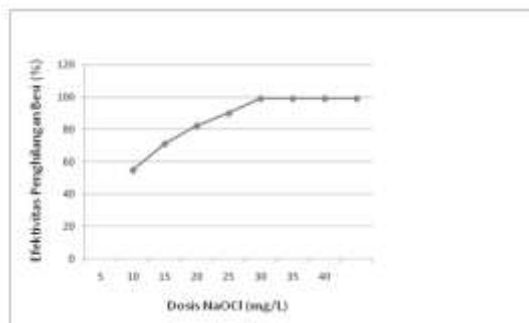
### Prosedur analisa free khlorin dalam air sampel dengan spektrofotometer seri Hach DR 2500

Mengambil air sampel secukupnya. Tekan 'Hach Program', pilih program '80 Chlor. F & T', tekan 'Start'. Isi sebuah sampel cell yang bersih dengan 10 ml sampel. Tambahkan 1 sachet DPD Free Khlorin Powder Pillow ke

dalam sampel cell (disebut sampel). Kocok sampel cell selama 20 detik supaya bercampur homogen. Tekan lambang timer. Tekan OK. Waktu reaksi selama 1 menit akan dimulai. Ketika alarm timer berbunyi, letakkan sampel ke dalam ruang cell. Tekan Zero. Layar akan menampilkan 0.00 mg/L  $\text{Cl}_2$ . Lalu tekan Read. Hasilnya akan muncul dalam mg/L  $\text{Cl}_2$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

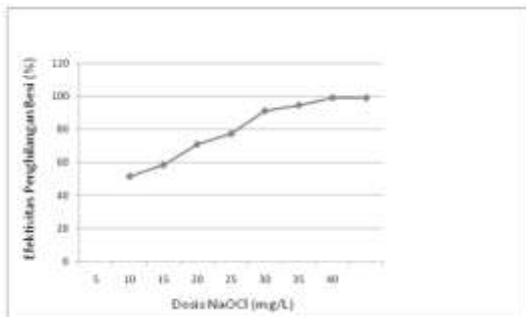
Kondisi awal kandungan Fe total pada sampel air Sungai Garang adalah 3,6 mg/L. Adapun hasil analisis penghilangan besi pada sampel air Sungai Garang tersaji pada Gambar 1.



**Gambar 1. Grafik pengaruh penambahan dosis NaOCl terhadap efektivitas penghilangan besi dalam sampel air Sungai Garang**

Berdasarkan hasil analisis yang tersaji pada Gambar 1 diperoleh bahwa semakin tinggi penambahan dosis khlorin maka semakin menurun kadar Fe totalnya, dan mencapai kondisi break point pada penambahan dosis khlorin 25 mg/L.

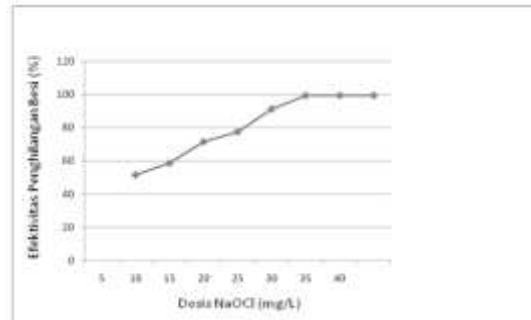
Adapun untuk Sungai Kreo, kondisi awal kandungan Fe total sebesar 5,2 mg/L, dan hasil analisis penghilangan besi tersaji pada Gambar 2.



**Gambar 2. Grafik pengaruh penambahan dosis NaOCl terhadap efektivitas penghilangan besi dalam sampel air Sungai Kreo**

Berdasarkan hasil analisis yang tersaji pada Gambar 2 diperoleh bahwa semakin tinggi penambahan dosis khlorin maka semakin menurun kadar Fe totalnya, dan mencapai kondisi break point pada penambahan dosis khlorin 35 mg/L.

Kondisi awal kandungan Fe total pada sampel air Sungai di Tugu Soeharto adalah 3,8 mg/L, dan hasil analisis penghilangan besi pada sampel air Sungai di Tugu Soeharto tersaji pada Gambar 3.

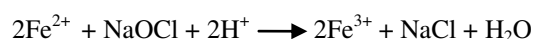


**Gambar 3. Grafik pengaruh penambahan dosis NaOCl terhadap efektivitas penghilangan besi dalam sampel air Sungai di Tugu Soeharto**

Berdasarkan hasil analisis yang tersaji pada Gambar 3 diperoleh bahwa semakin tinggi penambahan dosis khlorin maka semakin menurun kadar Fe totalnya, dan mencapai kondisi break point pada penambahan dosis khlorin 30 mg/L.

Dari penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa khlorin efektif dalam penghilangan Fe. Hal ini dapat dilihat dari prosentase penghilangan Fe yang semakin meningkat hingga mendekati 100 %.

Semakin besar penambahan khlorin maka kadar Fe semakin turun, ini dikarenakan terjadinya proses oksidasi. Dalam hal ini natrium hipoklorit berperan sebagai oksidator, dengan tujuan merubah bentuk besi terlarut menjadi besi endapan. Kelarutan dari bentuk Fe (III) trihidroksida adalah lebih rendah (mudah mengendap) dibandingkan dengan senyawa Fe (II) dihidroksida. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Dengan penambahan khlorin maka kadar Fe semakin turun, hingga kadar Fe konstan. Kondisi ini dinamakan break point. Break point adalah suatu kondisi reaksi yang mencapai titik konstan, sehingga dengan penambahan

pereaksi tidak mempengaruhi reaksi selanjutnya.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa khlorin sangat efektif digunakan untuk menurunkan kandungan Fe dalam air. Dengan semakin besar penambahan dosis khlorin maka kandungan Fe total semakin menurun sehingga efektivitas penghilangan Fe semakin tinggi. Dari penelitian diperoleh dosis optimum khlorin untuk sampel air Sungai Garang sebesar 25 mg /L, sampel air Sungai Kreo sebesar 35 mg/L, dan sampel air Sungai di Tugu Soeharto sebesar 30 mg/L.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada PT. Tirta Gajah

Mungkur (TGM) Kota Semarang yang telah memberikan ijin untuk pelaksanaan penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Effendi dan Hefni, (2003), *Telaah Kualitas Air : Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Yogyakarta : Kanisius
- Kusnaedi, (2006), *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor Untuk Air Minum*, Jakarta : Penebar Swadaya
- Linsley, R. K, (1995), *Teknik Sumber Daya Air*. Edisi Ketiga. Jilid 2. Jakarta : Erlangga
- Suriawiria C. T, (2005), *Air Dalam Lingkungan dan Kehidupan Sehat*. Edisi I. Cetakan ke-2. Bandung : PT. Alumni